

УДК 332.1

Е.И. Масалов, С.А. Старых

Юго-Западный государственный университет, Курск, email: ist462007@yandex.ru, cvetlana.staryx.87@mail.ru

**ПОДГОТОВКА КАДРОВОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
ЭНЕРГЕТИКИ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ
ЭКОНОМИКО-ПОЛИТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ТРАНСФОРМАЦИЙ**

Ключевые слова: искусственный интеллект, образование, энергетика, отрасль, технологии, специалисты.

В работе изучена важность совершенствования процесса подготовки кадров для сферы энергетики. Определено, что современное обучение должно быть построено на применении VR или AR технологий и ИИ. Установлена важность применения симбиоза аудиторной и дистанционной форм обучения с симуляцией реальных производственных процессов. Сформулированы предложения по разработке и использованию интеллектуальных полнофункциональных обучающих тренажеров в сфере энергетики. Выявлены основными нерешенные проблемы, стимулирующие внедрение интеллектуальных информационных технологий в образовательный процесс при подготовке кадров для предприятий энергетической отрасли.

E.I. Masalov, S.A. Starykh

Southwest State University, Kursk, email: ist462007@yandex.ru, cvetlana.staryx.87@mail.ru

**TRAINING OF HUMAN RESOURCES FOR ENERGY ENTERPRISES
THROUGH THE USE OF INTELLIGENT EDUCATIONAL SYSTEMS
IN THE CONTEXT OF ECONOMIC, POLITICAL AND TECHNOLOGICAL
TRANSFORMATIONS**

Keywords: artificial intelligence, education, energy, industry, technology, specialists.

The article examines the importance of improving the process of training personnel for the energy sector. It is determined that modern training should be based on the use of VR or AR technologies and AI. The importance of using a symbiosis of classroom and distance learning with simulation of real production processes is established. Proposals for the development and use of intelligent full-featured training simulators in the energy sector are formed. The main unresolved problems stimulating the introduction of intelligent information technologies in the educational process in training personnel for energy industry enterprises are identified.

Энергетика играет одну из ведущих ролей в экономике любой страны, поскольку она способствует сокращению бедности, улучшению благосостояния людей и повышению уровня их жизни и общественной безопасности. Социально-экономические, политические и экологические проблемы, с которыми сталкивается человечество в последнее время, а также роль энергетического сектора в их решении диктует необходимость в подготовке высокотехнологичных кадров, занимающихся оперативным управлением энергетическим оборудованием. Недостаточная квалификация персонала и неготовность к оперативному принятию решений по устранению ава-

рийных ситуаций приводят к крупным катастрофам и огромным материальным затратам на восстановление работоспособности энергетических объектов.

В настоящее время в энергетическом комплексе Российской Федерации накопилось большое количество проблем, главной из которых является отсутствие единой системы профессиональной подготовки кадров на основе применения новых технологий и, в первую очередь, информационных систем, построенных на технологиях искусственного интеллекта (ИИ). В образовательной системе страны пока еще не в полной мере сформированы программы профессиональной подготовки кадров по практи-

ческому применению ИИ и иных передовых технологий в энергетическом секторе, отсутствует необходимые для этого научно-методическое и информационное обеспечение. Ни одно образовательное учреждение принципиально не решает задач по обеспечению необходимого уровня квалификации персонала в соответствии с потенциальными вызовами. В свою очередь, развитие компетенций персонала является одной из ключевых задач в электроэнергетике, направленной на обеспечение безопасной и безаварийной эксплуатации оборудования и повышения его производительности. Сегодня обучение и развитие специалистов в области энергетики должно быть направлено на:

- формирование ключевых компетенций персонала по определению условий возникновения киберугроз, нахождение способов устранения чрезвычайных ситуаций, противостояние терроризму, которые предполагают применение теоретико-прикладных знаний междисциплинарного характера;

- совершенствование умений использовать ИКТ и технологий ИИ, применять новейшие системы и программные средства по моделированию условий полного отключения электроэнергии в дальнейшей профессиональной деятельности обучающихся;

- подготовку высококвалифицированных специалистов «отраслевой элиты», способных решать научно-практические задачи и вопросы, касающиеся оптимизации режимов работы энергетических систем, а также цифровой трансформации отрасли.

Система обучения персонала энергетической отрасли должна быть построена на использовании обучающих VR и AR-систем, облачных технологий, чтобы сделать ее интересной и эффективной [2].

Цель исследования

Цель работы изучить опыт применения систем моделирования по профессиональной подготовке специалистов-энергетиков для формирования рынка труда и описать дальнейшие направления совершенствования данной системы для Российской Федерации. Поставленные в работе задачи:

1. Обобщить опыт применения имитационных систем обучения по развитию компетенций специалистов в области энергетики Российской Федерации.

2. Определить условия разработки имитационных систем для энергетики.

3. Изучить особенности разработки сценариев имитирующих систем и определить основные направления их применения и развития при обучении специалистов энергетического сектора.

Методы исследования

Посредством метода контент-анализа в работе авторы анализируют применение систем обучения специалистов в области энергетики. Первостепенной задачей является гибкая оптимизация образовательных процессов в соответствии с вновь возникающими потенциальными вызовами в энергетическом секторе. Данный метод позволяет выявить оптимальные образовательные системы, отвечающие поставленной задаче на основании анализа их характеристик.

Энергосистемы страны должны полностью перейти на цифровые технологии, что требует как финансовых вложений, так и наличия профессионального персонала, способного управлять этими преобразованиями и внедрять их. Однако многими руководителями отрасли отмечается нехватка универсальных высококвалифицированных специалистов, которые знают полный цикл производственного процесса в новых условиях и способны импровизировать при решении задачи, выходящей за шаблонные рамки. Для формирования будущего рынка труда энергетиков необходим дифференцированный образовательный подход на основе применения современных технологий [3].

Таким образом в современном мире изменения в бизнес-среде постоянно ускоряются, что сокращает время адаптации и усложняет проблемы, с которыми сталкиваются энергетические компании. Такие изменения влияют на энергетический рынок труда, а это, в свою очередь, формирует новые требования к образовательным организациям. Применение в работе методов стратегического анализа, индукции и дедукции позволяют получить релевантную информацию о необходимости примене-

ния VR-систем, облачных технологий и дополненной реальности для решения задач подготовки специалистов.

Результаты исследования и их обсуждение

Концептуальные основы разработки профессиональной системы подготовки специалистов в области энергетики должны быть одним из важных элементов стратегии развития отрасли. В основе такой системы необходимо заложить корпоративную автоматизированную базу знаний, тесты с открытыми вопросами, и методы игрового обучения на основе виртуальной реальности. Сегодня важно спланировать государственную политику в области подготовки кадров на длительный период, определить источники работ по достижению ее целей и задач. В работе нами предлагается разработка системы обучения в сфере энергетики путем интеграции всех профильных учебных заведений и компаний отрасли в виртуальный научно-образовательный кластер.

Целью предлагаемой системы подготовки специалистов в области энергетики будет являться организация симбиоза аудиторной и дистанционной форм обучения с симуляцией реальных производственных процессов в компаниях с применением VR-технологий и ИИ для устойчивого формирования важных компетенций персонала энергетического сектора Российской Федерации, а также его подготовки к применению нестандартных решений при наступлении критических ситуаций. Компетенции, которые получает и развивает обучающийся будут направлены на обеспечение непрерывной безопасной работы оборудования и режимом в ЕЭС. В частности данные компетенции касаются процессов организации безопасных условий эксплуатации электрооборудования, диспетчерского управления энергетическими системами, выявления причинно-следственных связей возникновения аварий и сценарного анализа их развития, формирования навыков быстрого реагирования и устранения аварийных ситуаций на подстанциях и в электрических сетях и т.д. Анализ международного опыта обучения персонала в энергетической отрасли подтвердил, что обозна-

ченные компетенции персонала могут быть сформированы исключительно при помощи полнофункциональных VR или AR -тренажеров с применением технологий ИИ для моделирования и развития различных ситуаций.

В настоящее время в Российской Федерации существует большое количество не решенных вопросов, связанных с непрерывным образованием и профессиональным развитием персонала энергетической отрасли в новых геополитических и экономических реалиях. Так нормативно-правовыми документами различного уровня обязательства по поддержанию надлежащего уровня компетентности персонала возлагаются на руководство энергетических компаний, которые зачастую подходят к данному процессу формально и не в полной мере уделяют внимание по взаимодействию с университетами в данном вопросе. Это привело к тому, что существующая система подготовки энергетического персонала в России в большинстве университетах основана на устаревших формах и материалах обучения. В частности, отсутствует такой важный компонент, как имитационное моделирование реалистичных ситуаций и процессов, происходящих в компании, что сильно затрудняет формирование и развитие требуемой квалификации персонала, например, в контексте распознавания условий возникновения внештатных ситуаций [5].

Существуют также проблемы с подбором и обучением профессорско-преподавательского состава, участвующего в профессиональном развитии персонала энергетической отрасли с применением VR или AR технологий и ИИ, а также виртуальных симуляторов. В энергетическом секторе различных стран уже успешно используется большое количество электронных обучающих систем и тренажеров. Однако основными недостатками этих систем являются их узкая область применения, что требует подготовку преподавательского состава. Поэтому изначально важно проектировать и создавать имитационные системы в контексте возможности применения дистанционного обучения и в частности, разрабатывать мобильные версии для их использования, что позволит использо-

вать преподавательский ресурс из разных образовательных учреждений.

Важной составляющей качества образовательного процесса подготовки специалистов-энергетиков является содержание учебных программ, методическое обеспечение и система оценки их знаний, которая обязательно должна включать инструменты измерения способности решать как реальные, так и нестандартные задачи часто в условиях неполной или недостаточной информации, способности обучающихся анализировать ситуации, возникающие в процессе реализации их профессиональной деятельности.

Для создания условий самостоятельного обучения и поддержания мыслительных процессов на высоком уровне имитационные системы должны предоставлять возможность контролировать внутреннюю мотивацию обучающихся, формировать потенциал для решения сложных задач, развивать навыки определения взаимосвязи разносторонней информации и перенятия опыта у коллег-профессионалов. Данные принципы создания базы имитационных систем гарантируют обучающемуся индивидуальное профессиональное развитие, содействуют появлению у них новых знаний и умений, влияют на закрепление уверенности в своих способностях.

Наиболее подходящей формой для реализации таких систем является смешанное обучение, которое сочетает в себе технологии как аудиторного, так и электронного обучения и основано на применении современных ИКТ. Преимущество смешанного формата обучения заключается в том, что в образовательном процессе будут задействованы специалисты из различных организаций. Важным элементом для смешанного обучения являются учебные курсы в очно-дистанционном формате. Они должны быть построены на мотивации студентов к активным действиям и самостоятельной работе в рамках поставленных перед ними задач в коллаборации с профильными специалистами и преподавателями. Поэтому разработка такого формата учебных курсов для моделирования имитационных систем требует качественной командной работы методистов и экспертов энергетическо-

го сектора, а также комплексного применения дидактических, технических и электронных средств обучения и контроля. Сегодня в практике подготовки специалистов энергетического сектора уже частично используется ряд информационных симуляторов, это: система моделирования и тренировки по реагированию на чрезвычайные ситуации, информационно-образовательный комплекс по оптимизации процессов ЕЭС, система автоматизации распределительных карт на подстанциях. Данные системы предназначены для формирования навыков персонала по предупреждению причин возникновения и развития аварий на подстанциях в ЕЭС России [4].

Сегодня остро стоит вопрос о необходимости расширения практики подготовки и переподготовки специалистов с использованием технологий смешанного обучения с использованием различного рода симуляционных тренажеров в виртуальных исследовательских и учебных центрах, созданных при университетах. При формировании сети данных центров необходимо задействовать и интегрировать все элементы существующей инфраструктуры системы подготовки кадров: учебно-методическую, материально-техническую базы, преподавательский состав, существующую информационную среду. Это позволит как использовать, так и накапливать опыт в рамках системы профессионального моделирования в энергетическом секторе, и адаптировать ее программы обучения в соответствии с потребностями государства и энергетических компаний [4]. Программные средства, применимые в проектировании, конструировании и обслуживании тренажерных систем для подготовки специалистов энергетики, должны поддерживать облачную архитектуру, виртуализацию, а также смешанное обучение. Существует несколько типов таких программных продуктов:

1. Авторское ПО – электронные учебники, дидактические материалы и другие элементы курсов обучения в электронном виде.

2. Системы управления контентом, поддерживающие работу множества пользователей в общей среде и ориентированные на создание цифрового кон-

тента, такого как текстовые, аудио и видео данные и т.п.

3. Системы управления обучением (LMS), ориентированные на управление учебной деятельностью и направленные на создание обучающих и развивающих материалов [1]. Задачи по предоставлению учебного контента, контроль использования учебных ресурсов, организация взаимодействия с преподавателями другими обучающимися и их группы полностью автоматизированы.

4. Системы управления учебным контентом (LCMS) применяются в корпоративных компьютерных сетях. В отличие от LMS они ориентированы на задачи по управлению контентом, а не учебным процессом. Учебный контент представляется в виде набора многоцветных данных. Сегодня LSMS рассматривается в образовании не только как инфраструктура, но и как часть корпоративной системы обучения.

Системы LMS и LCMS имеют много общего, однако преследуют разные цели: LMS направлена на автоматизацию административных аспектов обучения, а LCMS ориентирована на управление содержимым учебных объектов. К общим чертам двух систем относятся: управление содержанием курсов и мониторинг результатов обучения.

Сохранение и накопление знаний и навыков в предлагаемой нами системе обучения будет решаться за счет дистанционного привлечения вышедших на пенсию специалистов для разработки сценариев возникновения чрезвычайных ситуаций и тренингов по их предупреждению и ликвидации, участия в дистанционных курсах, моделированию событий возникновения внештатных ситуаций и т.д. Предлагаемый подход к обучению, реализуемый на основе виртуальных технологий с применением ИИ, позволит обучающимся энергетического сектора овладеть наиболее важными компетенциями и самостоятельно оценивать свой уровень профессиональной подготовки.

В рамках рассматриваемой системы немаловажным является факт применения интеллектуальных тренажеров предоставляющих возможность имитировать заданные режимы работы и условия эксплуатации оборудования энер-

гетических компаний. Единая интеллектуальная обучающая система является совокупностью различных компьютерных тренажеров, моделирующих работу реального оборудования ЕЭС с высокой точностью как в штатных, так и аварийных ситуациях. Основным элементом такой системы выступает имитационный комплекс [1].

Разработка функциональных тренажеров, реалистично имитирующих производственные и управленческие процессы компаний в сфере энергетики, является сложной научно-технической задачей. Их современная система моделирования должна включать в себя подсистемы: моделирования режимов работы энергосистем; создания сценариев штатного и аварийной работы оборудования, создания сценариев возникновения чрезвычайных ситуаций, управления распределенными базами данных; визуализации результатов моделирования; человеко-машинного интерфейса, изменения созданных сценариев с учетом принятых решений обучающегося на основе применения ИИ и др. В комплексе данные подсистемы формируют компетенции по оперативному реагированию на чрезвычайные ситуации и прогнозированию возможных несчастных случаев.

Предлагаемая нами система автоматизации предназначена для организации полноценного учебно-методического сопровождения процесса подготовки кадров как в условиях учебных центров, так и непосредственно на рабочих местах посредством использования удаленных веб-ориентированных тренажеров. Подсистема автоматизированного проведения противоаварийных учений должна быть реализована с учетом особенностей распределенной среды энергосистем. Основным проблемным вопросом, связанным с технологией разработки имитационных сценариев для тренажеров, является степень полноты набора оперативных ситуаций, который составляет основу любой программы обучения.

Важно добиться передачи опыта от наиболее компетентных специалистов отрасли обучающимся. Главное отличие предлагаемого нами подхода от применяемого сегодня на практике являет-

сы то, что система моделирования или тренинга на основе ИИ самостоятельно предлагает условия возникновения аварийного события. Это позволяет обучающемуся сосредоточиться на формировании, контроле и поддержке навыков критического мышления и совершенствовать у себя способности прогнозировать вероятность аварий и сценарии их развития [1]. Генерация различных возможных или прогнозируемых вариантов ситуаций значительно дополняет алгоритмический подход.

В рамках предлагаемой системы будет применяться сценарный метод построения имитационных заданий, основанный на применении ИИ для ситуационного моделирования. Суть метода заключается в создании и использовании модели производственной деятельности персонала в соответствии с должностными инструкциями в процессе управления объектами ЕЭС. Структура метода сценарного моделирования ситуации в образовательных целях формируется следующим образом. После выбора названия, цели и задачи обучающего задания с помощью имитационного комплекса создается библиотека имитационных процедур [2]. Модель деятельности обучающегося формируется с помощью должностных инструкций реальных специалистов отрасли, регламентирующих необходимый набор действий и использующийся в качестве модели управления объектом. На основании принятых обучающимся решений ИИ формирует дальнейшее вероятностное развитие событий с учетом негативных последствий, а также предлагает альтернативные пути решений. Данный метод целесообразно использовать при проектировании сложных системных и межсистемных аварийных ситуаций с точки зрения их развития и способа устранения.

В работе нами предлагается применение в тренажере алгоритмов построения моделей режимов магистральных электрических сетей, позволяющих получать результаты моделирования различных режимов работы ЕЭС в виртуальной среде, необходимой для надлежащего обучения. Программы переключения режимов могут быть написаны в виде формальной логической системы для

переключения, такой как “запустить”, “отключить”, “проверить” и т.д. Это позволяет создать базу задач для проверки условий выполняемых или предлагаемых операций в виде простого правила “если что-то происходит или завершается, результат будет следующим”, который затем используется для создания сценариев экстренной подготовки ликвидации непредвиденных ситуаций [3].

Для образовательного тренировочного виртуального моделирования ситуаций нами разработана система автоматизации процессов проектирования, редактирования и создания сценариев регулярных и экстренных тренировок с применением ИИ для их корректировки при принятии обучающимися различных решений в сфере энергетики. Предлагаемая распределенная моделирующая среда позволяет более эффективно использовать современные электронные системы работы с персоналом и дает возможность перейти к разработке единых стандартов обучения и системы моделирования для энергетического сектора России. Сочетание современных методов смешанного обучения и инструментов распределенной виртуальной моделирующей среды с применением ИИ позволяет повысить качество системы подготовки кадров для энергетики, включая персонал для подстанций и энергосистем. Необходимость предлагаемой образовательной системы обусловлена основными нерешенными проблемами, среди которых следует выделить:

- практически все образовательные программы устарели и обычно ориентированы на теоретические или практические вопросы, не имеющие отношения к функционированию ЕЭС в условиях ее цифровизации и интеллектуализации;

- отсутствует единая информационная и моделирующая среда для проведения полноценных научных работ, прогнозирования различных режимов работы ЕЭС, включая все существующие уровни иерархии управления в целом, с целью использования полученных результатов для моделирования образовательных систем;

- полнофункциональные тренажеры являются эффективным средством повышения квалификации и обучения. Однако они достаточно дороги и ориен-

тированы на моделирование работы конкретного энергетического оборудования ЕЭС;

– проблема утраты знаний сотрудников, выходящих на пенсию, диктует необходимость их переноса в виртуальную среду;

– отсутствуют единые критерии и процедуры для проверки квалификации обучающихся или персонала в режиме реального времени с использованием современных информационных системы.

Исследованиями причин возникновения аварийных ситуаций на энергетических объектах занимались такие ученые как: К. Чжоном, Б. Чхве, А. Яцышин, В. Дж. Мун, О. Попов и др. Разработка теоретических методов и практических инструментов математического и компьютерного моделирования в энергетическом секторе изучали О. Кириленко, И. Блинов и др. [4] Проблемы создания и диагностики энергетического оборудования и систем моделирования для энергетической отрасли описаны в работах А. Яцышина, В. Дж. Мун. Проблемы обучения специалистов в различных областях были предметом изучения ученых: В. Кухаренко, С. Семерикова, Т. Вакалюк и др. Особенности подготовки специалистов в области энергетики отражены в работах Е. Аветисяна, В. Хозиева, В. Охотина.

Многие из перечисленных ученых пришли к однозначному выводу, что развитие энергетической отрасли на данный момент возможно только через подготовку квалифицированных кадров [5]. Однако существующие сегодня традиционные модели обучения устарели и требуют перехода к внедрению различного рода информационных систем с дополненной реальностью, VR-систем, и технологий ИИ. Это позволит повысить качество подготовки, обучить студентов использованию высокотехнологичного оборудования и сформирует компетенции по правильному применению

профессиональных навыков в случае наступления внештатных ситуаций.

Выводы

Сегодня главной задачей для устойчивого развития общества является надежная работа энергосистем для выработки и распределения энергии, предоставляемой потребителям нужного качества и в нужных объемах. В России основными проблемами действующей системы подготовки кадров в электроэнергетике являются: устаревшая материальная и техническая база обучения во многих университетах; обучающие материалы требуют обновления и переработки; отсутствует преемственность знаний и опыта от специалистов отрасли. Перечисленные проблемы не могут быть решены только за счет создания новых структурных учебных подразделений в университетах, открытия новых специальностей в сфере энергетике, подготовки дополнительных преподавательских кадров и разработки курсов повышения квалификации. Необходимо создать доступную единую систему непрерывного образования для будущих специалистов энергетических предприятий отрасли. Решить данные проблемы можно путем создания единой глобальной корпоративной онлайн-сети, объединяющей образовательные учреждения, научные центры и предприятия отрасли для обучения студентов с применением виртуальных систем и полнофункциональных VR или AR -тренажеров, технологий ИИ для моделирования различных ситуаций и сценариев их развития. Это также может быть реализовано в рамках создания виртуального симуляционного центра подготовки энергетического персонала для государств-участниц ЕАЭС.

Работа выполнена в рамках реализации программы развития ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» проекта «Приоритет-2030».

Библиографический список

1. Zamkovoy A.A., Komarova N.V., Novikov S.V. Rethinking the education of aviation specialists for a New Era // Russian Engineering Research. 2019. Vol. 39. No. 3. P. 268-271.

2. Skobelev D.O. Environmental Industrial Policy in Russia: Economic, Resource Efficiency and Environmental Aspects // International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM. 2019. Vol. 19. P. 291-298.

3. Pogosyan M.A., Streets D.Y., Vladimirova V.G. Territorial connectivity of the Russian Federation: from the statement of complex problems to drawing up integrated scientific and technical projects // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2019. Vol. 89. No. 2. P. 179-184.

4. Башмаков И.А. Разработка комплексных долгосрочных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности: методология и практика: дис. ... докт. экон. наук. Москва, 2013. 429 с.

5. Старых С.А., Коварда В.В. Анализ мотивации человеческих ресурсов вузов в достижении эффективности их деятельности (на примере Курской области) // Теория и практика общественного развития. 2017. № 12. С. 82-85.